ウィリアムソン・アンプの真価を検証する



サンスイOPT H-30-6を使用

6L6プッシュプル・アンプの製作（1）

竹森幹郎

今頃は，あまり発表されなくなりましたが，何年か前まで，よくウィリアムソン・アンプの製作記事を見かけたものです．

私がウィリアムソン・アンプの存在を知ったのは，ラジオ技術1950年3月号46頁，“OVERSEA SECTION”でWireless World特約全世界に反響を呼んだ，ウィリアムソン・アンプという紹介記事からでした（訳者・北野進氏）．

この記事の冒頭に，この増幅器はウィリアムソンによって，初めて英誌Wireless World（1947年4，5月号）に発表され，全世界の関心を呼んだもので，それ以来ウィリアムソン増幅器とよばれています．

オーストラリアの無線雑誌“Radiotronics”は「高調波歪，混変調歪が絶無で，並はずれた直線性を持つばかりでなく，その割に簡単である．今まで試みられた最良の増幅器である」と評していました．本論文は原文に掲載された設計図（若干変わっている）を再録し，とくに注意すべき点を詳細に論じたものである．と書かれています．

これは，どうやらWireless World 1949年8月号に再録されたもので，最初に発表されたものではないようです．

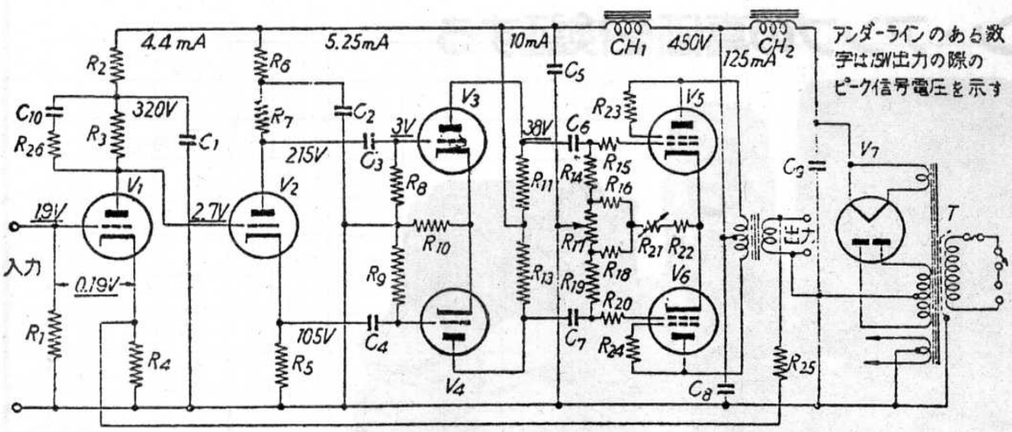
この記事に示されているように，当時大変な反響を呼んだもので，私のような若造（当時は）も一度は作ってみたいとあこがれたものでした．

1950年代の前半は，Hi-Fiアンプといえばウィリアムソン・アンプ一色に塗りつぶされているといっても良いほどでさかんに製作されたものです．OPTもウ氏の設計の通りに作られたといわれるものが各社から発表され，大変高価でしかも巨大な姿を誇っていました．

このアンプの回路は**第1図**（1950年3月号，47ページの第1図一本機の全回路図と部品表参照）のとおりです．また，この記事の48ページ第3図（本号**第2図**）および第4図（本号**第3図**）に配置図が掲載されていますが，これから推察しますと，それまでのアンプの配置が各段の干渉に対する配慮がいかになされていなかったことを表しています．このことは，これ以後のHi-Fiアンプの部品配置に大きな影響を与えたものと思っています．

この回路は見た目が上下対称で美しく，いかにも論理的で，つい作ってみたくなります．しかし，簡単な気持ちで取りかかると，とんでもないことになる，罪作りのアンプといっても過言ではありません（測定器もなくテスター一丁で作ることが出来ると，昔の記事には書かれていますが，このアンプの研究が進むにつれて，そんなに簡単に行くようなものでないことがわかってきました）．

その後，ラジオ技術臨時増刊号第14集（復刻版あり）で，北野進氏が低



R_1	1MΩ	±20%	1W	R_{15}, R_{20}	1KΩ	±20%	1W	CH_1		30H	20mA	訳注
R_2	33KΩ	〃	〃	R_{17}, R_{21}	100Ω	2W巻線型ポテンショメーター		CH_2		10H	150mA	KT66は英国オスラム社製ビーム管て，電流は若干多いが，6L6より大出力である．
R_3	47KΩ	〃	〃					T		パワートランス		
R_4	470 Ω	±10%	1W	R_{22}	150Ω	±20%	3W		425－0－425V 150mA			
R_5, R_7	22KΩ	± 5%	1W	R_{23}	1200×$\sqrt{ボイスコイル・インピーダンス}$（表を参照）		1/4W		5V，3A，6.3V（中心タップ付）4A			Ep ＝ 400V
（信号がバランスするように調整してもよい）												Esg ＝ 300V
R_6	22KΩ	±20%	1W	R_{24}	4.7KΩ	±20%	1/4W					Ec ＝－25V のAB1 プッシュで32Wの出力がえられる．
R_8, R_9	470KΩ	〃	〃	C_1，C_3，C_5，C_8	8μF	500WV		V_1，V_2	2×6J5又は6SN7			
R_{10}	390 Ω	±10%	1/4W	C_2 C_4	0.05μF	350WV		V_3；V_4	2×6J5又は6SN7			
R_{11} R_{12}	47KΩ	± 5%	2W	C_6 C_7	0.25μF	350WV		V_5，V_6	KT66			
（バランスするように適当な値をえらんでよい）				C_9	8μF	600WV		V_7	5V4			
R_{14}，R_{13}	100KΩ	±10%	1W	C_{10}	200PF	350WV						

〈第1図〉1950年3月号に発表されたウィリアムソン・アンプ回路と部品表

域のスタガーの取り方に根本的な誤りがあることを指摘され，低域の不安定さの大きな原因であることが判明しました．

実はこの記事の発表以前に，ある試作記事で1次インダクタンスの測定法を変えて見たところ，違う値が出たのでスタガー比を変更した，と書かれているのを見て，ウィリアムソン・アンプに対する信頼が薄れてはいたのですが．もっとも，メーカー筋ではすでにこのことは研究済みで，低域のスタガー比の取り方を変えたり，別の回路を採用しているとのことが「14集」の「ウィリアムソン型アンプの設計と製作」の冒頭に書かれています．

ウィリアムソン・アンプの定義

さて，ここで巷間いい伝えられているウィリアムソン・アンプとはどのようなものか改めて考えて見ますと，そう簡単に定義できるものではありません．

そこでラジオ技術臨時増刊号第14集「電蓄の回路設計と製作」230ページ，「ウィリアムソン型アンプの設計と製作」の項を開いてみますと，ウィリアムソン・アンプの原型回路が下記のように定義づけられています．

1．全段3極管で構成された4段NFアンプで第18•2図（臨増第14集231ページ）のような構成を持ち，NFは出力トランス2次から1段目カソードに掛かっている（本号第4図）．

2．1段目と2段目が直結となり低域の実効段数を減らしている．

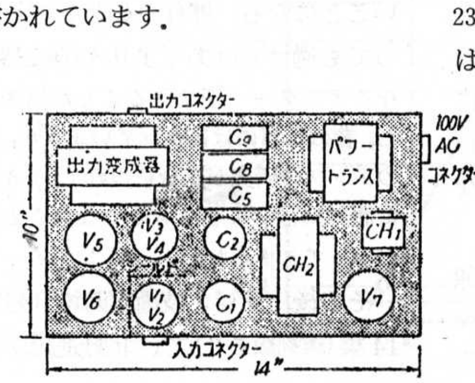
3．特殊なDCバランス回路

4．多層2分割サンドイッチ巻きを施し，きわめて大きな1次インダクタンスを待たせた，いわゆるウィリアムソン用出力変成器を採用した（その後，ウ氏が設計した巻き線方式のOPTには大きな欠点がある事が判ってきたので，各トランス・メーカーにより巻き線構造の研究が進められ，特性が大きく改善された聞いています）．

5．2個のCR結合の低域時定数を共通とし(25 kΩ•μF)，変圧器の最小時定数をその2倍（約50 kΩ•μF），にとったスタガー設計（この設定に根本的な誤りがある）．

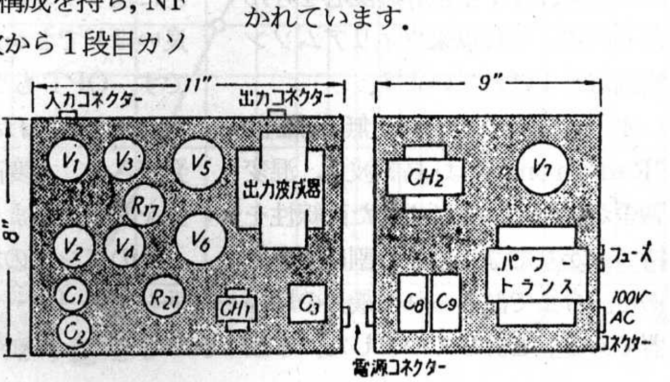
以上がウ・アンプの特徴であり，それに続いて，この特徴の中にの良いところと悪いところが取り上げられています．

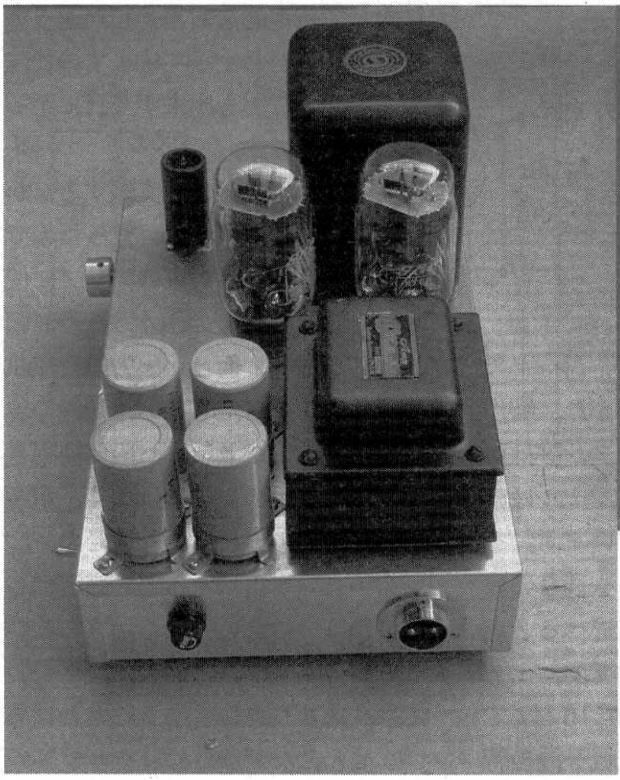
(1)については全段3極管で構成され，とくにPK分割の位相反転回路を使った点は高域できわめて優秀な特性を示すと書かれ，その反面，ロー μ3極管を使ったためループ利得が低いという欠点が生まれる，と書かれています．

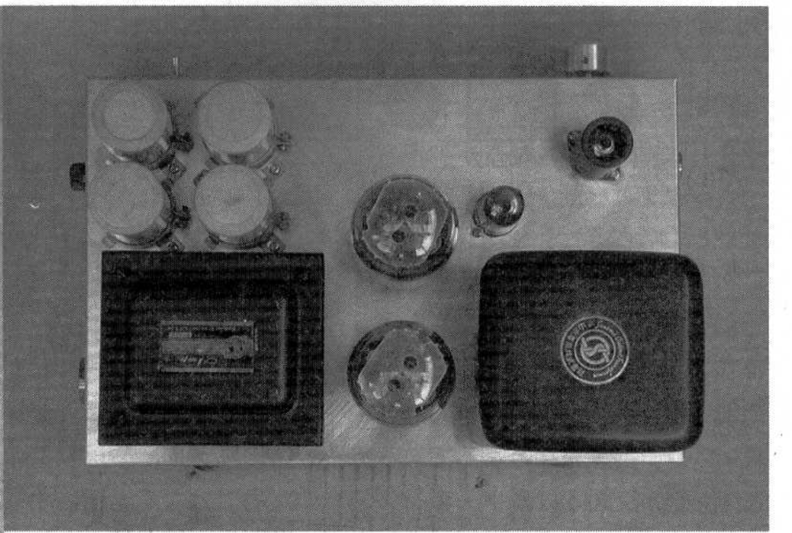


〈第2図〉
推奨しうる電源部共通の配置

〈第3図〉
電源部を分離した推奨しうる配置







●シャーシうえからレイアウトを見る

●右サイドからウィリアムソン・アンプを見る

について.

このOPTは当時出始めのオリエント・コアを使わず，普通の珪素鋼板を100％活用したもので，しかも平衡分割巻きの欠点を研究した末，あえて不平衡巻きを採用したもので武末先生の記事によりますと，とても複雑な巻き線構造を持ったものであり，その特性は高域がなだらかに減衰し，高域位相特性も実に素直なものであることを述べておられます．また，ウ氏の設計によるOPTの巻き線構造を持つOPTは，リケージ・インダクタンスは少なくすることは出来ても，巻き線間の分布容量による影響により，そのインピーダンス特性があまり良くないことを私自身体験しています（山岸WB-1000およびUL-2000）.

2．低域時定数の設定について.

臨増14集によると，ウ氏はどうも，5 V-50 Hzで測定した時の1次インダクタンスを最小のものと考えていたようであるが，実際はもっと小さい値であることが発表されています．このことは先に述べた，ある製作記事の中に1次インダクタンスの測定条件次第で，その値が変ったので，スタガー比を変更したという記事の証明になるようです．このことから考えても，当然北野進氏の方法にすべきなのですが，ウ氏のスタガー比を採った時，低域にどのような現象が起きるのかを実証するために，ウ氏の原回路と同じ時定数を実験した後に臨増14集の時定数に改め検討したいと思います．

3．電圧増幅段について.

前の方で述べたような理由で，初段および位相反転段は12 AU 7 Aドライバ段には6 FQ 7を使うことにしました.

4．電源回路について.

PTは最初モノーラル・アンプの2台構成で作る予定でタンゴMS-160を用意していたのですが，B電源のタップが320 Vしかなく，今回の実験ではウ氏の設計に出来るだけ近づけるため，自己バイアスを採用する関係上，B電圧不足で採用する事を諦めました.

もともと，ウィリアムソン・アンプの終段の設定はA級なので，原回路のように整流管を使用しても良いのですが，そのためにはPTを新しく調達しなければならずかえってコストが嵩みますので，幸い手持ちにOPTとメーカーが同じ山水のP-44 Bがあったので流用することにしました．高圧整流はシリコン整流器を採用し，B電源にリップル・フィルタを加え初段管のヒータも直流点火するという何時もの方法に決定しました.

5．バラック・セットにした理由．最初の計画では，モノーラル2台の内の片方だけOPTの取り付け穴をH-30-6，XE-60-5のどちらも，取り付けられるようにし，最終的に全然違ったアンプにする予定でしたが，先に述べたような理由でテスト機のみを完全なバラック・セットとし塗装もせず，市販のアルミ・シャーシをそのまま加工して使うことにしました.

以上のことを念頭に置いて設計し，試作測定の結果は次回に発表したいと思います．（つづく）

（2003.1.15 この項終わり）